

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-015547

(43)Date of publication of application : 25.01.1994

(51)Int.Cl.

B23Q 15/00  
G05B 19/18

(21)Application number : 03-250420

(71)Applicant : TORNOS SA FAB DE MACH MOUTIER

(22)Date of filing : 03.09.1991

(72)Inventor : SIMONIN JEAN-CLAUDE  
PAROZ CEDRIC

(30)Priority

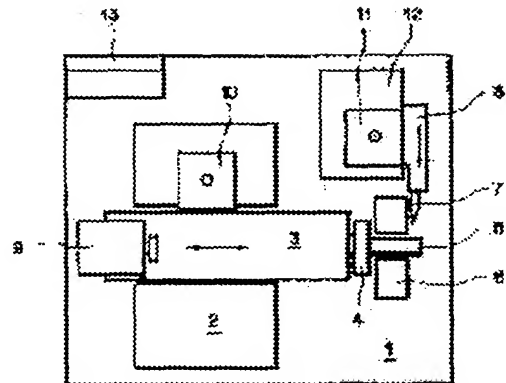
Priority number : 90 2869 Priority date : 04.09.1990 Priority country : CH

### (54) METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING ONE OR MORE AXES IN MACHINE TOOL

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize both an advantage of a cam machine and an advantage of an NC machine by recording operation command order and a series of time intervals in the recording device assigned to the machine tool.

CONSTITUTION: For machining a workpiece 5 fixed to the workpiece holder 4 of a machine tool, programmed operations executed by a plurality of actuators 9, 10, 11 operating one or more parts of the machine tool are controlled. In this case, a plurality of operation command order are established, the each command order is assigned to one of the actuators 9, 10, 11, and a series of time intervals deciding the programmed execution of the operation order are established. The operation command order and a series of the time intervals are recorded in the recording device 13 assigned to the machine tool.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.09.1991

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.04.1995

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-15547

(43)公開日 平成 6 年(1994) 1 月25日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 Q 15/00	L	9136-3C		
G 0 5 B 19/18	M	9064-3H		

審査請求 有 請求項の数13(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-250420

(22)出願日 平成 3 年(1991) 9 月 3 日

(31)優先権主張番号 0 2 8 6 9 / 9 0 - 8

(32)優先日 1990 年 9 月 4 日

(33)優先権主張国 スイス (C H)

(71)出願人 591123665

トルノスーベチレル エス エー ファブ  
リック デ マシンズ ムッジェ  
スイス連邦, カントン オブ ベルン, マ  
ウティール 2740 ルー インダスティル  
111

(72)発明者 シモン ジーン クラウデ

スイス連邦, カントン オブ ベルン, マ  
ウティール2740 コーチン 35

(72)発明者 バロツ セブリック

スイス連邦, カントン オブ ベルン, マ  
ウティール2740 サウス ショー 21

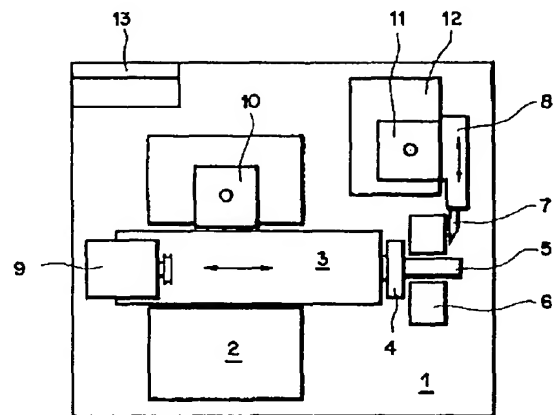
(74)代理人 弁理士 旦 範之 (外 2 名)

(54)【発明の名称】 工作機械における1本もしくは1本以上の軸線を制御する方法ならびに装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 制御装置の特定の配列により、カム機械のもつ利点と、NC 機械のもつ利点を併せ実現する。

【構成】 この制御装置はコンピュータプログラムを有する。被加工物の機械加工はプログラムの書き込みを有し、この書き込みの肝要な要素は段階表である。被加工物の予め設定された外形から出発して、X 軸ならびに Y 軸の動作が連続段階において打点作図され、しかもその工作機械ならびに被加工物の特性諸元の関数として、必要な動作を得るため累積された時間間隔は、移動量  $\Delta t_{xi}$  ならびに移動量  $\Delta t_{yi}$  を有する表の形に記憶される。この段階の読み取りは、適当なクロック信号発生器の関数として実行され、X ならびに Y の各軸線にその連続段階をとらせるパルスの連続伝送をもたらす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 工作機械の被加工物保持体に固定された被加工素材に対して機械加工を施す前記工作機械の1個あるいは1個以上の部品を作動する複数のアクチュエータにより実行されるプログラムされた動作を制御する方法であって、複数の動作命令順序を確立し、該命令順序のそれぞれをアクチュエータの1つに割当て、動作順序のプログラムされた実行を決定する一連の時間間隔を確立し、そして、動作命令順序と一連の時間間隔とを工作機械に割当てられた記憶装置に記録する、これらの各段階から成ることを特徴とする方法。

【請求項2】 動作命令を該時間間隔に対応せしめるためのクロック信号を利用する段階を更に有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 工作機械における1本もしくは1本以上の軸線を制御する装置であって、前記軸線の全てに対してそれぞれに設けて成る駆動モータと、数値データを包有する記憶装置と、そして、前記モータのそれぞれに一連の動作命令を配分する能力をもったプログラムとから成り、その構成において、前記それぞれのモータが増分もしくは増分操作モータであり、そして前記数値データが段階表を有し、前記段階表の表示は前記それぞれのモータに対して、前記工作機械の動力と互換性のある増分の命令の形で、予め定めた時点において配分されて成ることを特徴とする装置。

【請求項4】 前記段階表は、前記軸線のそれぞれに対して、一連の時間間隔と反対な段階命令順序から成り、前記命令のそれぞれは、前記一連の時間間隔の1つの時間間隔に属し、しかも前記軸線のそれぞれに属するモータに対し、予め定められた整数値の段階を与える能力を有し、前記整数は、0、1もしくは1以上の整数となっていることを特徴とする装置。

【請求項5】 前記段階表は、それぞれの読取りが前記軸線のそれぞれに対して前記段階の整数を実行するための時間間隔を更に決定するように配列されていることを特徴とする請求項4に記載の装置。

【請求項6】 前記段階表は、前記予め設定された時間間隔の内少なくとも1つが、前記軸線の少なくとも1本において逆方向の順序とされるように配列され、前記時間間隔に他の順序は与えられないことを特徴とする請求項4に記載の装置。

【請求項7】 前記時間間隔を決定し、そして計数するために、そして、前記時間間隔を前記段階表の読取りと同期化するためにクロック信号発生器を更に有することを特徴とする請求項3に記載の装置。

【請求項8】 前記クロック信号発生器により決定された前記時間間隔は固定された持続時間をもつことを特徴とする請求項7に記載の装置。

【請求項9】 前記クロック信号発生器により決定された前記時間間隔は前記軸線の内の1つに観察された回転

もしくは動作の速さの関数であることを特徴とする請求項7に記載の装置。

【請求項10】 前記プログラムは、前記軸線のそれぞれにおける繰返し実施用手段と、前記段階表の活動化がそれぞれ従属する起点位置探索となら成り、しかも前記プログラムは更に起点位置つけた送り手段を有することを特徴とする請求項3に記載の装置。

【請求項11】 前記プログラムの異常実施を検出する手段と、異常実施を検出した場合前記プログラムの実行を停止する能力をもつ監視手段とを更に有することを特徴とする請求項3に記載の装置。

【請求項12】 前記検出手段は、前記軸線の内の1つの前記モータの少なくとも1つに対して、前記モータに関連する段階損失検出装置を有してなることを特徴とする請求項11に記載の装置。

【請求項13】 前記軸線の少なくとも1つと連結される動作部品を更に有してなり、この構成において、前記検出手段は、前記軸線の前記1つに対して、前記動作部品の動作の検出装置を有することを特徴とする請求項11に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は工作機械の制御に関し、更に詳しくはこの工作機械の被加工物保持体に固定された被加工素材の機械加工を実施するため、工作機械の1個あるいは1個以上の動作部品を作動させる複数のアクチュエータにより実行されるプログラム化した動作を制御する方法に関する。本発明は、更に、全ての軸線に対してそれぞれに設けられた駆動モータと、数値データ記憶装置と、そしてそれぞれのモータに対して一連の動作順序を配分する能力をもつプログラムとを有する種類の工作機械における1本あるいは1本以上の軸線を制御する装置に関する。

【0002】例えば自動旋盤のような機構的工作機械の在来種のものは、カム類、すなわち被加工物を機械加工するためのプログラムを有する機械部品から成ることが公知である。それぞれのカムはその外形の縮閉線を描きつつ工具に動作を伝達する。フィーラ（触手）とカムとの間の連結は連続的に維持され、その結果、工具の位置は常に、カムがフィーラに接触している位置におけるカムの半径の関数である。このような制御は開ループ制御にたとえられる。

【0003】近年において、これら在来の機種他に、いわゆるNC（数値制御）機械が開発されている。この機械の各種の軸線はアクチュエータにより作動される。プログラムはレギュレータに伝送される命令の順序を算出し、そして異なる軸線のモータはこれらのレギュレータにより制御される。この制御は閉ループ型である。センサが常に軸線の位置を与え、その結果、標準値と実際の値との間の比較ができる。偏差は調整動作を決定する。

【0004】

【本発明の目的】本発明の目的は改良された制御方法ならびに装置を提供することであり、その制御方法ならびに装置はカム機械のもつ利点（実行速さと簡索性）と、そして一般のNC機械に見出される利点（起動操作の簡易性）とを、制御装置の特定の配列と、そして軸線の動作の制御ならびに監視のため記憶される筈のデータの、通常のNC機械に見出されるところとは異なる概念を介して結合されて成る。

【0005】

【本発明の概要】この目的のために、本発明に係る制御方法では、動作命令順序が複数個設定され、これら命令順序のそれぞれはアクチュエータの1つに割当てられ、そして動作順序のプログラム化された実行を決定する一連の時間間隔と、そして動作命令順序と一連の時間間隔とはその工作機械に割当てられた記憶装置に記録される。

【0006】当初説明した、本発明に係る制御装置においては、モータは増分モータもしくは増分操作モータであり、数値データは段階表を有し、この段階表の指示はその工作機械の動力学と互換性のある、予め設定された時点における増分の順序の形でモータに配分される。

【0007】かくの如く、本発明は主に次の事実が存在している。すなわちその事実とは、開ループカム形制御システムの簡索性は最近のアクチュエータの多様性と関連しており、このアクチュエータは電動モータとか油圧軸線などである。被加工物プログラムは、従ってカム機械に要求される時間と比較した場合極めて短時間の内に变化可能である。更に、プログラムの変動の可能性はもはや仕上がったカムの大きさには制限をうけない。しかしこの発明性をもった装置によると、全面的に信頼できる開ループ操作内に構成されているカムシステムの利点は保持される。

【0008】本発明の肝要な特徴は段階表と呼ばれるものの概念である。段階表の構造、操作ならびに開発については以下に説明されよう。

【0009】これらの表を確立するためには、同業技術者はデータ圧縮法を適用するのであって、この方法により一層短いプログラムが得られる。これらの表は簡単な機械で処理され、その結果、装着コストは機械加工の可能性の変化もしくはその精度の何れかに影響を与えることなしに低減される。

【0010】本発明の特徴の1つに従えば、増分モータもしくは増分操作モータはそれぞれの軸線に用いられている。これらのモータは、例えばステッパモータあるいは制御システムのついたモータであって、ステッパモータに類似の操作がなされる。本明細書中に記載の増分モータは、また例えば制御ジャッキのような油圧式アクチュエータでよい。

【0011】

【課題を解決するための手段】説明の対象である装置を具備する機械加工装置の全体的設計には何ら特別な特殊性があるわけではない。異った軸線が、増分もしくは増分操作モータにより駆動されるのである。

【0012】この制御装置はコンピュータプログラムを有する。被加工物の機械加工は、その肝要な要素として段階表をもつプログラムの書き込みを有する。被加工物Pの予め設定された外形から出発して、X軸及びY軸の動作が段階毎に追跡される；そして、要求された動作を発生する累積された時間間隔は、機械及び被加工物の特性諸元の関数として、移動量 $\Delta tx_i$ 及び移動量 $\Delta ty_i$ を包有する表の形で記憶される。適切なクロック信号発生器の関数として実行される段階の読み取りは、パルスの連続性に送をもたらし、X軸とY軸とにそれらの連続性段階をとらせる。

【0013】図1において、基盤1に設けられた枠2は主軸台3を保持しており、主軸台3の主軸はチャック締め金4を具備している。機械加工される棒5は主軸台3の前部に突出し、バレル6を貫通し棒5の端部は刃物送り台8と一体構造である回転バイト7の反対側に位置する。主軸モータ9は締め金4を回転する。主軸台モータ10は主軸台3を前後進運動させる。締め金4の開閉制御は図示していない。モータ11は案内台12上の刃物送り台8を動かし、刃物の棒5の回転軸に関する半径方向の位置を制御する。棒5の中に連続的に形成される同一の被加工物上の反覆性外形に対する機械加工はX軸ならびにY軸における加工を含み、X軸はモータ10の、そしてY軸はモータ11の具体的な形状を採ることになる。主軸の回転速さは、説明中の制御装置とは、本明細書においては独立しているモータ9により制御される。ある場合においては、主軸の駆動モータは同様に1つの軸線と考えられるということが次に示されるであろう。

【0014】図2のグラフは、機械加工装置の電子制御装置13内で連動する能力をもつ段階表の設定方法を説明している。機械加工される被加工物Pの外形は略図的にグラフの右上の四分円内に示してある。軸線Xは棒の対称軸を表わし、軸線Yは刃物のX軸に対する半径方向の偏差を示す。実行される操作は刃物の動作に分解され、これに続き、材料によって課される必要条件によって、そしてまた最も賢明な動作の評価によって選択された規定長さの段階において量が定められる。このグラフにおいては、中心から出発し水平左方に走る軸線は、中心から出発して垂直下方に走る軸線と同様、時間軸である。刃物の半径方向の動作はY軸に打点され、主軸台の動作はX軸に打点される。機械加工の原点は $t=0$ で指示された点である。個々の被加工物を機械加工する場合に原点を探索することは以下に論じている。この点 $t=0$ から出発すると、グラフの右上四分円内に表わされた刃物の経路は小区分に細分化される。右下四分円が示すのは時間の関数としての主軸台の連続性軸方向動作であり、

10

20

30

40

50

また左上方四分円に示すのは時間の関数としての刃物の連続性動作である。これらの動作は、 $\Delta t$ として表わされるところの連続性、可変時間間隔の関数として固定された段階に細分化される。 $\Delta t_{xi}$ は時間間隔の順序であり、これらの順序のそれぞれの端末においては主軸台は1段階によって動かされねばならない、すなわちそのモータは1つの増分を生ずるための命令を受けねばならない。時間  $t=0$  と時間  $t=2$  との間では、それぞれの時間間隔の後に、X軸は1つの増分を生じなければならず、これに対して、時間  $t=2$  と  $t=8$  との間では、主軸台は2つの連続性時間間隔にわたって1つの増分を生じなければならないということが分る。時間  $t=8$  と時間  $t=11$  との間では、主軸台は何も動作をせず、一方時間  $t=11$  と時間  $t=15$  との間における時間間隔では主軸台はそれぞれの間隔  $\Delta t_x$  において1つの増分を生ずる。

【0015】刃物の動作については、すなわちY軸については、類似の細分化がなされる。時間  $t=0$  における刃物の位置から出発して、時間間隔の順序はT軸上で左に向って再出現され、刃物のモータの増分は座標軸上で打点作図され、その結果、時間  $t=0$  と時間  $t=15$  との間で、左上方四分円内の曲線を得ている。

【0016】時間間隔の台計値は、Y軸 ( $\Delta t_y$ ) ならびにX軸 ( $\Delta t_x$ ) に対するものとそれぞれ同じ値である(この特定の場合では、この値は15に等しいが、もちろんこれは理論的な事例である)。一方、それぞれの軸線上の増分順序の分布は経過時間の関数であって異っている。

【0017】段階表それ自体は図3に示してある。それぞれの例、 $\Delta t_{xi}$ と $\Delta t_{yi}$ とは時間間隔の数を示しており、その後に対応する軸線が増分1個だけ動かされねばならない。この表は、棒5(図1)上に一連の連続性をもった被加工物を機械に対してプログラム化されるように制御装置にプログラムとして与えられる。

【0018】図3に関連してここでまた注目すべきことは、ある場合には、刃物の動作方向に何通りかが必要となるということである。このような場合には、段階表の構成は、時間間隔順序 $\Delta t_{yi}$ における特定の位置に対して、すなわち平常用いない順序(例えば $\Delta t=0$ )に関する命令に対しては、この順序はY軸の動作方向と逆方向と解釈される。

【0019】プログラムそれ自体は段階表の記録にもとづいて容易に書き込まれる。X軸とY軸とを独立に作動するのは反復性プログラムである。最初の操作は原位置の探査であり、この操作は、それ自体知られた操作であり、特にここで強調して説明はしない。一旦原位置が見出されると、読み取り順序は、 $\Delta t_{xi}$ ならびに $\Delta t_{yi}$ 上に開始される。

【0020】この制御装置は、 $\Delta t_i$ の持続時間を決定するクロック信号発生器を有する。これらの表に含まれる数値データはモータを1増分だけ動かすためにパルス

に対応する軸線のモータに伝送するに先立って計数される $\Delta t$ の数を常に表示する。図4のフローチャート(流れ線図)はそれぞれの読み取り順序の実施中に起る操作を指示する。それぞれの順序は、 $\Delta t_{xi}$ もしくは $\Delta t_{yi}$ に対応する時間間隔を計数することを含んでおり、しかも後続するパルスの出力は適当な瞬間において発生する。機械加工ずみの被加工物の実際の外形は、図5に示す外觀をもつ。プログラムが書き込まれると、 $\Delta t$ と増分とは、生産される被加工物の種類を配慮してこのシステムの動力学を尊重するやり方で選択される。

【0021】図6のグラフは、機械加工装置の電子制御装置13と共に用いられる段階表を作り上げる場合の改造について説明している。機械加工される被加工物Pの外形は、そしてまた刃物ならびに主軸台の連続動作とは図2に類似のやり方で図示してある。しかし、この動作は、 $\Delta t$ で示されるところの固定された、連続性の時間間隔の関数として、段階の数に相当する数に細分化される。 $\Delta X_i$ と $\Delta Y_i$ とは動作の順序である。それぞれの間隔 $\Delta t$ の端末において、主軸台は指令された動作 $\Delta X$ 、すなわち指令された段階の数に等しい動作を実施せねばならない。かくして、図6では、最初の $\Delta t$ の終りににおいては、主軸台の動作は4段階などでなければならないということが分る。

【0022】刃物の動作、すなわちY軸に関しては、類似の細分化がなされる。時間  $t=0$  における刃物の位置から出発して、時間間隔の順序は軸線  $t$  上で左方向に再生され、そして刃物のモータの増分がたて座標に打点作図され、時間  $t=0$  と時間  $t=9$  との間の左上方四分円内の曲線となっている。

【0023】段階表それ自体は図7に示してある。列 $\Delta t_{xi}$ と $\Delta t_{yi}$ は、それぞれが段階の数を表わし、対応する軸線はそれぞれの $\Delta t$ において生ずる。この表は制御装置にプログラムされるようになり、一連の連続性被加工物を棒5(図1)上で機械加工させる。

【0024】図3に関連して説明したように、刃物の何通りかの動作方向がある場合には必要とされる。もし必要となれば、段階表は、段階間隔 $\Delta t_{xi}$ の順序における特殊な位置、すなわち通常は用いない順序(例えば $\Delta Y=100$ )に関連する命令に対して、この順序はY軸の動作方向とは逆方向と解される。

【0025】制御装置は持続時間 $\Delta t$ のクロック信号発生器を有し、X軸及びY軸上の段階表の読み取りを同期化する。これらの表に含まれている数値データは常に次のパルスに先立って取られるモータ段階の数を示している。プログラムの書き込み中においては、生産される被加工物の種類を勘案して、このシステムの動力学を尊重するように増分を選ぶべきである。

【0026】モータがステッパモータであれば、それぞれの増分順序はモータに依存する可動部分を予め設定された位置に必要に応じてもってくるのであって、その

結果、ステッピングエラー（段階誤）及び無不連続もしくは同期化の欠如が起る限りにおいて、開ループ操作が信頼性をもっている。従ってプログラムの書き込みは何ら位置の新規点検や補間を必要としない。一方、提供された段階はアクチュエータの性能と互換性をもたねばならない。

【0027】プログラムが段階表を計算するため提供されており、機械から遊離したコンピュータにおいて、このプログラムは実行される。補助的なソフトウェア、例えば出願人所有の“TB-論理”ソフトウェアなどが存在することが段階表プログラムを書き込む上で好適となっている。これらの表の大きさを制限するために、コンピュータ記憶装置の価格を低減するデータ圧縮のような手段に頼ることが可能である。

【0028】段階表が分離コンピュータを用いて算出されていると、これは適当な手段を用いて機械の制御記憶装置に移される。

【0029】上述したように、それぞれの操作の開始時における原点の測定を開始することは、重要なプログラム要素である。原点の測定は刃物先端部の実際の位置に依存しており、従って刃物の磨耗の程度に依存する。この制御装置は、従って刃物の特性諸元の関数として修正される能力をもつ原点の測定を可能とするために、原点の移動をさせる手段を具備しなければならない。この移動手段は先ず第1に、軸線上の標準に関する刃物先端の理論的位置の関数として、立上り時の原点の移動を許容し、しかる後、必要とあれば、論理値と比較した場合に、刃形状の起りうる変化の関数として、原位置を変更する刃物の修正を許容しなければならない。

【0030】立上り時の原点の移動は、段階表を計算するプログラムの中に挿入されねばならず、これに対して、刃物修正は原点を移動することによって実施されるのであり、この場合、限定された程度の動作のため保持されている先行動作をしないで、ある帯域内での表のそれぞれの読み取りにもとづくか、あるいは表の読み取りの外にあるか何れかによりこの刃物修正は行われる。

【0031】被加工物の機械加工が、主軸の回転と刃物の位置との間の連同を必要とする場合は、例えば、被加工物がねじ切り加工をされるとか、あるいは棒上に多角形状が旋回加工されるとか、あるいは主軸がC軸上に用いられるとかする場合は、主軸の駆動モータは、プログラムの中に組込まれている1つの軸線のように操作しなければならない。この場合、段階表は主軸の軸線の制御に関する情報の順序を有している。しかし、このモータに対する重応力について考えると、段階表の読み取り速さ、すなわち、主軸の回転速さによって制御される実際の間隔 $\Delta t$ の持続時間をもつことがまた可能である。この場合、間隔 $\Delta t$ はも早やクロック信号によって直接補正はされないが、主軸の瞬間的速さに依存する。

【0032】クロック信号の周波数 $f = 1/\Delta t$ は、+

$f_0$  から  $-f_0$  の範囲内で選定される。 $f = \pm f_0$  の周波数最大速さに対応し、ゼロ周波数は停止に対応し、そして負の周波数は段階表の後向きの読み取りを含む。

【0033】不調整もしくは細分化の危険性は、例えば抵抗トルクがモータの最大トルクよりも大きくなるならば、ステッパモータの不連続もしくは同期化の欠如を招くことになる。これは開ループシステムであるから、この場合には、プログラムの実施には帰還は存在しない。

10 【0034】それぞれのアクチュエータに対して、あるいは軸線を作動するそれぞれのモータに対して、この制御装置は監視手段を有しており、この監視手段はあらゆる異常な操作を検出し、またプログラムの実行を停止する警報を発生する能力をもっている。この検出手段は、軸線に連結された可動部品の動作、もしくはモータの回転の検出装置を有している。この場合、付加的なセンサ及び警報システムが具備されている。段階の損失を検出し、しかも警報をパルスによって当然機械的動作がなされる等のパルスが発生しないような場合に急に発するよう  
20 かな装置を伴ったアクチュエータの電気部品を具備する可能性がやはりある。この場合に、実体に触れることのできる機械部品の動作に反応するセンサがも早や必要ではなくなる。監視は単独に電気的手段を用いて実施される。

【0035】上述した実施態様においては、アクチュエータはステッパモータである。しかしここで注目しなければならないことは、例えば、直流モータにより同じ結果が得られる可能性があるということであって、この場合の直流モータは制御装置をもっており、この制御装置はパルスに合致すると、必要に応じてこのモータを予め設定した程度の動作をさせる。この手段はステッパモータばかりでなく、例えば油圧形式の位置制御アクチュエータを使用することも現実化した。このアクチュエータにより受信されるパルスは新しい名目上の位置の値に相当している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る制御装置を装備した旋盤の線図的上面図である。

【図2】図2の右上隅にその外形が示してある被加工物を機械加工するための段階表を開発する場合に使われる補助グラフである。  
40

【図3】段階表に含まれるデータの線図であって、この段階表は図2に示すような被加工物の外形を形成するプログラムを制御する。

【図4】前述の被加工物の機械加工中における回転工具の制御を図解した部分的な、簡略化したフローチャートである。

【図5】図2の線図に依って機械加工した被加工物の実際の形状を、大いに簡略化して示した詳細図である。

50 【図6】図2と図3とにそれぞれ類似のグラフならびに

線図であるが、段階表の改変に関する。

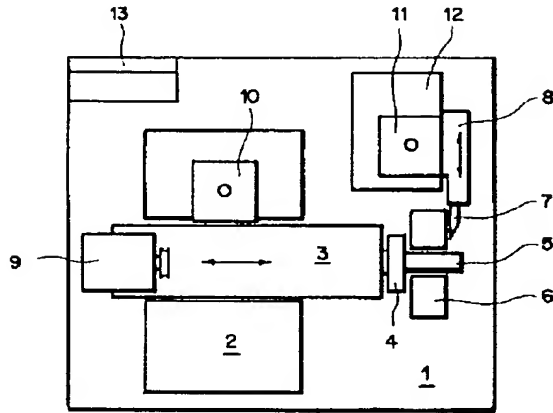
【図7】図2と図3とにそれぞれ類似のグラフならびに線図であるが、段階表の改変に関する。

【符号の説明】

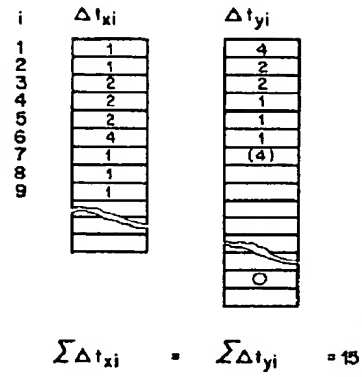
- 1 基盤
- 2 棒
- 3 主軸台
- 4 チャック締め金

- \* 5 棒
- 6 バレル
- 7 回転刃物
- 8 刃物送り台
- 9 モータ
- 10 主軸台モータ
- 11 モータ
- \* 12 案内台

【図1】



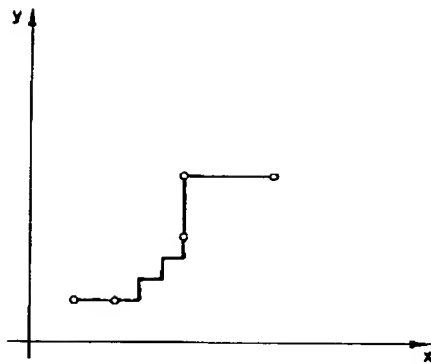
【図3】



【図7】

$\Delta x$	$\Delta y$
4	0
2	2
2	2
4	2
4	2
1	0
1	0
1	0
1	0

【図5】



The figure consists of two parts. The top part is a 2D plot in the  $(x, t)$  plane. The vertical axis is  $t$  and the horizontal axis is  $x$ . A region  $P$  is shaded with diagonal lines. The boundary of  $P$  is defined by a piecewise linear function. Key points on the boundary are labeled with time values:  $t=15$ ,  $t=11$ ,  $t=15$ ,  $t=8$ ,  $t=0$ , and  $t=2$ . The bottom part shows a grid structure. The vertical axis is labeled  $y$  and the horizontal axis is labeled  $x$ . The grid is composed of vertical lines and horizontal lines. The vertical lines are labeled with time values:  $t=15$ ,  $t=11$ ,  $t=15$ ,  $t=8$ ,  $t=0$ , and  $t=2$ . The horizontal lines are labeled with spatial intervals:  $\Delta t_{yi}$  and  $\Delta t_{xi}$ . The grid is used to approximate the solution of a partial differential equation.



【図4】

